STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re patent application of:

Sang-On CHOI, et al.

Group Art Unit: 2863

Serial No. 10/633,700

Examiner: Victor J. Taylor

Filed: August 5, 2003

Confirmation No. 7617

For:

APPARATUS AND METHOD OF COMPENSATING FOR AN ATTITUDE ERROR OF AN EARTH MAGNETIC SENSOR

Attorney Docket No. 277/024

#### **CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY**

Commissioner for Patents P.O. Box 1450 Alexandria, VA. 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

Korean Application No. 2002-46366, filed August 6, 2002.

Respectfully submitted,

Reg.

March 14, 2005

Date

LEE, STERBA & MORSE, P.C. 1101 Wilson Boulevard Suite 2000 Arlington, VA 20009

Telephone: (703) 525-0978

## **BEST AVAILABLE COPY**

# 대 한 민국 특 허 청 KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출 원 번 호

10-2002-0046366

**Application Number** 

출 원 년 월 일

Date of Application

2002년 08월 06일

AUG 06, 2002

출 원

인 :

삼성전자주식회사

외 1명

SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD., et al.

Applicant(s)

2005 년 03 월 03 일

특

허

청

COMMISSIONEF



#### 【서지사항】

【서류명】 출원인 변경 신고서

【수신처】 특허청장

【제출일자】 2003.12.27

【구명의인(양도인)】

【성명】 박찬국

【출원인코드】 4-2000-006068-3

【사건과의 관계】 출원인

【신명의인(양수인)】

【명칭】 삼성전자 주식회사

【출원인코드】 1-1998-104271-3

【대리인】

【성명】 정홍식

[대리인코드] 9-1998-000543-3

【포괄위임등록번호】 2003-002208-1

【포괄위임등록번호】 2003-053237-9

【사건의 표시】

【출원번호】 10-2002-0046366

【출원일자】 2002.08.06

【심사청구일자】 2002.08.06

【발명의 명칭】 지자계 센서의 자세 오차 보상장치 및 방법

【변경원인】 일부양도

【취지】 특허법 제38조제4항 실용신안법 제20조 의장법 제24조 및

상표법 제12조 제1항의 규정에 의하여 위와 같이 신고합니

다. 대리인

정홍식 (인)

【수수료】

13,000 원

【첨부서류】

1.양도증\_1통 2.인감증명서\_1통

#### 【서지사항】

【서류명】 출원인 변경 신고서

【수신처】 특허청장

【제출일자】 2003.09.17

【구명의인(양도인)】

【성명】 박찬국

【출원인코드】 4-2000-006068-3

【사건과의 관계】 출원인

【신명의인(양수인)】

【명칭】 삼성전자 주식회사

【출원인코드】 1-1998-104271-3

【대리인】

【성명】 정홍식

[대리인코드] 9-1998-000543-3

【포괄위임등록번호】 2003-002208-1

【포괄위임등록번호】 2003-053237-9

【사건의 표시】

【출원번호】 10-2002-0046366

【출원일자】 2002.08.06

【심사청구일자】 2002.08.06

【발명의 명칭】 지자계 센서의 자세 오차 보상장치 및 방법

【변경원인】 일부양도

[취지] 특허법 제38조제4항 실용신안법 제20조·의장법 제24조 및

상표법 제12조 제1항의 규정에 의하여 위와 같이 신고합니

다. 대리인

정홍식 (인)

【수수료】

13,000 원

【첨부서류】

1.양도증\_1통 2.인감증명서\_1통

#### 【서지사항】

【서류명】 서지사항 보정서

【수신처】 특허청장

【제출일자】 2003.08.11

【제출인】

【명칭】 삼성전자 주식회사

【출원인코드】 1-1998-104271-3

【사건과의 관계】 출원인

【제출인】

【성명】 박찬국

【출원인코드】 4-2000-006068-3

【사건과의 관계】 출원인

【대리인】

【성명】 정홍식

[대리인코드] 9-1998-000543-3

【포괄위임등록번호】 2003-002208-1

【포괄위임등록번호】 2003-053237-9

【사건의 표시】

【출원번호】 10-2002-0046366

【출원일자】 2002.08.06

【심사청구일자】 2002.08.06

【발명의 명칭】 지자계 센서의 자세 오차 보상장치 및 방법

【제출원인】

【접수번호】 1-1-2002-0253975-18

【접수일자】 2002.08.06

【보정할 서류】 특허출원서

【보정할 사항】

【보정대상항목】

발명자

【보정방법】

정정

【보정내용】

【발명자】

【성명의 국문표기】 박찬국

【성명의 영문표기】 PARK,CHAN GOOK

【주민등록번호】 610913-1046614

【우편번호】

138-747

【주소】

서울특별시 송파구 가락2동 140 쌍용APT 103동 1409호

【국적】

KR

【발명자】

【성명의 국문표기】 조성윤

【성명의 영문표기】 CHO,SEONG YUN

【주민등록번호】 740611-1830613

【우편번호】 130-876

【주소】

서울특별시 동대문구 휘경1동 183-284

【국적】

KR

【발명자】

【성명의 국문표기】 최상언

【성명의 영문표기】 CHOI, SANG ON

【주민등록번호】 660606-1783411

【우편번호】 442-470

【주소】

경기도 수원시 팔달구 영통동 1046-1 삼성APT 436동 904호

【국적】

KR

【발명자】

【성명의 국문표기】 조우종

【성명의 영문표기】 CHO,WOO JONG

【주민등록번호】 680128-1025717

【우편번호】 441-837

【주소】 경기도 수원시 권선구 권선동 1270번지 벽산apt. 401동 604

호

【국적】 KR

【발명자】

【성명의 국문표기】 이우종

【성명의 영문표기】 LEE,WOO JONG

【주민등록번호】 720118-1467225

【우편번호】 442-714

【주소】 경기도 수원시 팔달구 매탄3동 임광아파트 6동 905호

【국적】 KR

【취지】 특허법시행규칙 제13조·실용신안법시행규칙 제8조의 규정

에의하여 위와 같 이 제출합니다. 대리인

정홍식 (인)

【수수료】

【보정료】 0 원

【기타 수수료】 원

【합계】 0 원

### 【서지사항】

【서류명】 출원인 변경 신고서

【수신처】 특허청장

【제출일자】 2003.08.11

【구명의인(양도인)】

【성명】 박찬국

【출원인코드】 4-2000-006068-3

【사건과의 관계】 출원인

【신명의인(양수인)】

【명칭】 삼성전자 주식회사

【출원인코드】 1-1998-104271-3

【대리인】

【성명】 정홍식

[대리인코드] 9-1998-000543-3

【포괄위임등록번호】 2003-002208-1

【포괄위임등록번호】 2003-053237-9

【사건의 표시】

【출원번호】 10-2002-0046366

【출원일자】 2002.08.06

【심사청구일자】 2002.08.06

【발명의 명칭】 지자계 센서의 자세 오차 보상장치 및 방법

【변경원인】 일부양도

【취지】 특허법 제38조제4항 실용신안법 제20조·의장법 제24조 및

상표법 제12조 제1항의 규정에 의하여 위와 같이 신고합니

다. 대리인

정홍식 (인)

【수수료】

13,000 원

【첨부서류】

1.양도증\_1통 2.인감증명서\_1통

#### 【서지사항】

【서류명】 특허출원서

【권리구분】 특허

【수신처】 특허청장

【참조번호】 0837

【제출일자】 2002.08.06

【발명의 국문명칭】 지자계 센서의 자세 오차 보상장치 및 방법

【발명의 영문명칭】 ATTITUDE ERROR COMPENSATION SYSTEM OF FLUXGATE AND

METHOD THEREOF

【출원인】

【성명】 박찬국

【출원인코드】 4-2000-006068-3

【대리인】

【성명】 김성기

【대리인코드】 9-1998-000017-6

【포괄위임등록번호】 2001-048345-3

【발명자】

【성명】 박찬국

【출원인코드】 4-2000-006068-3

【발명자】

【성명의 국문표기】 조성윤

【성명의 영문표기】 CHO, Seong Yun

【주민등록번호】 740611-1830613

【우편번호】 130-876

【주소】 서울특별시 동대문구 휘경1동 183-284

【국적】 KR

【심사청구】

청구

【취지】

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정

에 의한 출원심사 를 청구합니다. 대리인

김성기 (인)

【수수료】

【기본출원료】

20 면

29,000 원

【가산출원료】

0 면

0 원

【우선권주장료】

0 건

0 원

【심사청구료】

6 항

301,000 원

[합계]

330,000 원

【감면사유】

개인(70%감면)

【감면후 수수료】

99,000 원

【첨부서류】

1.요약서 ·명세서(도면)\_1통



#### [요약]

본 발명은 2축 지자계 센서를 이용하여 방위각 정보를 계산하는 경우에 자세 (롤, 피치)에 따른 지자계 센서 출력의 변화를 경사계를 이용하여 보상하는 장치 및 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따르면 경사계를 이용하여 지자계 센서 모듈의 자세를 측정하여 동체 좌표계에서 수평 좌표계로 변환하는 좌표변환행렬을 계산한다. 또한, 2축 지자계 센서의 출력과 상기 계산한 자세 정보를 이용하여 지자계 센서 모듈의 현재 자세에서의 Z축 방향 가상 지자계 데이터를 생성한다. 이 같이 생성한 Z축 지자계 데이터와 측정한 X축, Y축 지자계 데이터를 좌표변환 행렬을 이용하여 수평 좌표계로 변환한 후 계산한 방위각을 지자계 센서 모듈의 방위각으로 한다.

#### 【대표도】

도 1

#### 【색인어】

지자계 센서, 경사계, 좌표변환, Z축 지자계 데이터



#### 【명세서】

#### 【발명의 명칭】

지자계 센서의 자세 오차 보상장치 및 방법{ATTITUDE ERROR .

COMPENSATION SYSTEM OF FLUXGATE AND METHOD THEREOF}

#### 【도면의 간단한 설명】

- <!> 도 1은 본 발명에 의한 2축 지자계 센서의 자세 오차 보상에 의한 방위각 계 산 방법의 흐름 구성도.
- 도 2는 본 발명에 의한 2축 지자계 센서 및 자세 오차 보상장치의 구성도.
- <3> 도 3은 본 발명에 의한 2축 지자계 센서 및 자세 오차 보상장치에 탑재된 마이크로프로세서의 동작 흐름도.
- <4> 도 4는 본 발명에 의한 경사계를 이용하여 계산된 자세 실험 결과.
- 도 5는 본 발명에 의한 2축 지자계 센서와 경사계를 이용하여 계산된 가상의 Z축 지자계 데이터 생성 실험 결과.
- <6> 도 6은 본 발명에 의한 2축 지자계 센서와 경사계를 이용하여 계산된 방위각 의 실험 결과.
- <7> \*도면의 주요부분에 대한 부호의 설명\*
- <8> 101 --- 2축 지자계 센서 102 --- 경사계,
- <>> 204 --- 마이크로프로세서 205 --- 액정디스플레이 모듈

#### 【발명의 상세한 설명】



<10>

<11>

<12>

<13>

<14>

#### 【발명의 목적】

#### 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

본 발명은 2축 지자계 센서로부터 얻어진 지구 자기장에 대한 정보와 경사계를 이용하여 지자계 센서의 자세 오차를 보정함으로써 정확한 방위각 정보를 계산할 수 있는 측정장치 및 계산방법에 관한 것이다.

지자계 센서를 사용하여 자유공간을 움직이는 항체(vehicle) 또는 센서 모듈의 방위각 정보를 계산하는 방법 및 장치는 지금까지 많은 연구가 이루어진 기술이다. 그러나, 사용되는 센서가 고가이고 크기가 커서 주로 항법용으로 사용되었다.

최근, 소형, 저가의 지자계 센서 모듈이 개발되고, 특히 MEMS 기술의 발달로 칩(chip)형 지자계 센서 모듈이 개발됨으로써 방위각 정보가 필요한 다양한 분야에서 사용되고 있다. 그러나, 지자계 센서 모듈이 수평을 유지할 수 없는 응용 분야에서는 지자계 센서만으로는 정확한 방위각 정보를 얻을 수 없다.

일반적으로 지자계 센서는 지구 자기장의 세기를 측정하는 장치로 지구 자기장의 흐름 벡터와 이를 측정하는 센서의 측정 축 벡터가 평행해야만 정확한 자기장 이 세기를 측정할 수 있다. 이때, 직각으로 배치된 두 개의 지자계 센서를 수평으로 장착한 후 두 센서의 출력을 이용하여 센서 모듈이 가리키고 있는 방위각을 계산한다.

그러나, 지자계 센서가 수평을 이루고 있지 않은 경우 지구 자기장의 세기를 정확하게 측정할 수 없으므로 이 때의 방위각 정보는 큰 오차를 포함하게 된다. 따



<15>

<16>

<17>

<18>

라서 자세에 따른 오차를 보상해 주어야 하며 이를 위해서 주로 3축의 지자계 센서 와 자세를 측정할 수 있는 경사계를 이용하여 좌표변환을 통한 오차 보상을 한다.

소형 지자계 센서의 개발과 자세 오차 보상 기법을 이용하여 항법장치 뿐 아니라 스포츠, 멀티미디어, 게임기 등으로 응용 분야가 확대되고 있다.

그러나, 센서 장착 공간상의 문제 등에 의하여 2축 지자계를 사용하는 경우 앞에서 개발된 오차 보상 기법만으로는 오차를 보상할 수 없으며 이를 이용하여 계 산된 방위각은 자세의 크기에 따라 오차가 증가하는 문제점을 가지고 있다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

따라서, 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 창안된 것으로서, 2 축 지자계 센서의 자세 오차를 보정함으로써 방위각 정보가 필요한 시스템에서 이 정보를 사용할 수 있도록 하며, 2축 지자계 센서를 방위각 정보를 필요로 하는 장치(예컨데, 항법장치, 게임기, PDA, 핸드폰 등)에 장착하는 경우 2축 경사계를 이용하여 자세 정보를 계산한 후 지자계 센서의 자세에 따른 오차를 보상하여 정확한 방위각 정보를 계산할 수 있는 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 2축 지자계 센서와 경사계를 이용한 방위각 측정장치는, 방위각 정보를 필요로 하는 장치에 장착하는 경우 지구 자기장의 세기를 측정하는 2축 지자계 센서; 자세 정보를 제공하기 위한 2축 경사계; 측정된 센서 신호를 필터링하고 디지털 값으로 변환하는 신호 조절기(signal conditioning); 지자계 센서에서 측정된 지구 자기장의 세기와 경사계의 출력을 이



용하여 방위각을 계산하는 마이크로 프로세서; 계산된 방위각 정보를 표시하는 액 정디스플레이 모듈; 및 상기 마이크로프로세서에서 처리된 센서 신호와 계산된 방 위각 정보를 전송하는 직렬 통신 인터페이스로 구성된 것을 특징으로 한다.

<19>

본 발명의 경사계를 이용하여 2축 지자계 센서의 자세 오차를 보정하고 방위
각 정보를 계산하는 방법은, 마이크로프로세서에 탑재된 내부 타이머를 이용하여
데이터 출력주기를 설정하는 단계; 센서의 아날로그 값을 디지털 값으로 변환하는
단계; 변환된 센서 데이터를 마이크로프로세서 내부 레지스터에 저장하는 단계; 경
사계 데이터를 이용하여 좌표변환 행렬을 계산하는 단계; 가상의 2축 지자계 데이
터를 생성하는 단계; 3축 지자계 데이터(2축 지자계 센서 데이터 + 1축 가상 데이
터)와 좌표변환 행렬을 이용한 수평 좌표계상의 지자계 데이터 계산 단계; 상기 계
산된 데이터를 이용하여 방위각을 계산하는 단계; 및 내부 타이머에 설정되어 있는
출력주기에 의한 타이머 인터럽트가 발생하면 센서 데이터와 계산된 방위각 데이터
를 직렬 통신으로 외부 시스템에 전송하고 액정디스플레이 모듈에 표시하는 단계로

<20>

상기 지자계 센서 데이터를 수평 좌표계로 변환시키기 위한 좌표변환 행렬을 구하는 알고리즘은, 마이크로 프로세서의 내부 레지스터에 저장된 경사계 데이터에 환산계수를 곱하여 단위를 SI단위로 변환시키는 단계; 상기 변환된 경사계 데이터를 이용하여 자세를 계산하는 단계; 및 계산된 자세값을 이용하여 좌표변환 행렬을 개산하는 단계로 이루어진 것을 특징으로 한다.

<21>

상기 2축 지자계 센서를 사용하는 경우 가상의 Z축 지자계 데이터를 생성하

는 알고리즘은, 지자계 센서가 지구의 수직 아래 방향으로 향할 때 측정되는 지자계 데이터 설정 단계; 및 상기 계산한 자세 정보와 X축, Y축의 지자계 데이터를 이용하여 가상의 Z축 지자계 데이터를 생성하는 단계로 이루어진 것을 특징으로한다.

#### 【발명의 구성】

- <22> 이하, 본 발명의 실시예를 첨부한 도면을 참조하면서 상세히 기술한다.
- 도 1은 본 발명에 의한 2축 지자계 센서와 경사계를 이용하여 자세 오차를 보상하고 방위각을 계산하는 개념의 구성도로서, 2축 지자계 센서(101), 경사계 (102), 자세(좌표)변환 행렬(103), 가상의 Z축 지자계 데이터 생성(104), 지자계 데이터 좌표 변환(105), 방위각 계산(106)으로 구성된다.
- 지자계 센서(fluxgate, magnetoresistive(MR) 센서 등이 있으며 어느 것이라도 무방하다)(101)는 지구 자기장의 세기를 측정하는 것으로써, 센서 모듈의 앞쪽 방향을 X축으로 하고 X축에서 90도 오른쪽 방향을 Y축으로 하여 2축 지자계 센서를 배치한다.
- 경사계(102)는 지표면에 대해 상기 센서(101)의 기울어진 각을 측정하기 위해 사용하는 것으로써, 경사계 센서(inclinometer), 가속도계 등을 사용할 수있다. 정지상태에서 지구 중력 가속도만을 측정하는 가속도계를 경사계로 사용하는 경우 각각 직각으로 배치된 2축 또는 3축 모듈을 사용하여 자세에 따라 다른 크기의 가속도를 측정함으로써 자세 정보를 계산할 수 있다. 2축 가속도계를 사용하는



경우 수학식 1a,1b와 같이 가속도가 측정되며 수학식 2a, 2b를 이용하여 자세를 계산한다.

#### 【수학식 1a】

 $a_x = g \cdot \sin \theta$ 

#### 【수학식 1b】

 $a_v = g \cdot \sin \phi$ 

#### 【수학식 2a】

 $\phi = \sin^{-1}(a_y/g)$ 

#### 【수학식 2b】

 $\theta = \sin^{-1}(a_x/g)$ 

- <30> 여기서 a<sub>x, ay</sub>는 각각 x축, y축 가속도계 출력값을 나타나며, g는 중력 가속
  도를 의미하며, Φ와 Θ는 각각 롤과 피치각을 가리킨다.
- <31> 좌표변환 행렬(103)은 지자계 센서 데이터를 수평 좌표계상으로 변환시키기 위한 것으로써, 경사계(102) 출력값을 이용하여 계산한 자세 정보를 이용하여 수학

식 3과 같이 구성된다.

#### 【수학식 3】

$$C_b^h = \begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta\sin\phi & \sin\theta\cos\phi \\ 0 & \cos\phi & -\sin\phi \\ -\sin\theta & \cos\theta\sin\phi & \cos\theta\cos\phi \end{bmatrix}$$

<33> 가상의 Z축 지자계 데이터(104)는 2축 지자계 센서의 자세 오차를 보정하기 위해 반드시 필요한 것으로서 지자계 센서의 두 출력과 상기에서 계산된 자세 정보 를 이용하여 수학식 4와 같이 계산된다.

#### 【수학식 4】

$$Z_{fg} = \frac{Z_h + X_{fg} \sin\theta - Y_{fg} \sin\phi \cos\theta}{\cos\phi \cos\theta}$$

- <35> 여기서, Z<sub>h</sub>는 지자계 센서의 측정축이 지구의 수직 아래 방향을 향할 때 측정되는 지구 자기장의 세기로 실험에 의해 먼저 설정되는 값이다.
- <36> 지자계 센서 데이터의 수평 좌표계로의 좌표변환(105)은 수학식 5와 같이 수 행된다.

#### 【수학식 5】

$$\begin{bmatrix} X_h \\ Y_h \\ Z_h \end{bmatrix} = C_b^h \begin{bmatrix} X_{fg} \\ Y_{fg} \\ Z_{fg} \end{bmatrix}$$

<38> 여기서,  $[X_{fs} Y_{fs} Z_{fs}]^{T}$ 는 지자계 센서 데이터이다.

<39> 방위각 계산(106)은 상기 수평 좌표계로 좌표변환된 지자계 데이터를 이용하여 수학식 6과 같이 계산된다.

#### 【수학식 6】

$$\psi = \tan^{-1}(Y_h/X_h)$$

- 도 2는 도 1의 기능을 수행하도록 구성된 2축 지자계 센서용 인터페이스 구성도로서, 2축 지자계 센서(201), 2축 경사계(202), 신호 조절기(203), 마이크로프로세서(204), 액정디스플레이 모듈(205), 직렬 통신 인터페이스(206)로 구성된다.
- 신호 조절기(203)는 전원 잡음 및 고주파 잡음을 제거하기 위한 저역통과 필터와 아날로그 신호로 출력되는 센서 신호를 디지털 값으로 변환시켜 주는 A/D 변환기로 구성되며, 마이크로프로세서(204)에 센서신호를 입력하기 전에 반드시 필요하다.
- <43> 마이크로프로세서(204)는 상기 A/D 변환기(203)로부터 출력된 센서 신호를 저장하기 위한 레지스터와, 지자계 센서의 자세 오차를 보정하고 방위각 정보를 계

산하기 위한 ALU(Arithmetic Logic Unit)와 FPU(Floating Point Unit), 센서 데이터와 계산된 방위각 정보를 액정디스플레이 모듈 및 외부 장치로 정송하기 위한 출력주기를 설정하는 내부 타이머가 탑재되어 있다.

<44> 액정디스플레이 모듈(205)은 상기 마이크로프로세서(204)로부터 출력된 방위 각 정보를 표시함으로써, 지자계 센서 모듈이 장착된 장치의 방위각을 사용자에게 인지시킬 수 있도록 한다.

<45> 직렬통신 인터페이스(206)는 상기 마이크로프로세서(204)로부터 출력된 센서데이터 및 방위각 정보를 외부 장치에 전송하기 위한 것으로, 비동기 직렬통신 또는 동기 직렬통신 어느 것이라도 무방하다.

<46> 도 3은 도 1의 구성을 가진 2축 지자계 센서 모듈에 탑재된 마이크로프로세 서(204)의 동작 흐름도이다.

전저, 2축 지자계 센서(201)와 경사계(202)의 출력값과 마지막에 계산된 방위각 정보를 외부 시스템에 전송하기 위해 마이크로프로세서(204)에 탑재된 내부타이머를 이용하여 데이터 출력 주기를 설정한다(301).

<48>

지자계 센서(201)와 경사계(202)의 출력값을 디지털 값으로 변환하기 위해 A/D 변환기 제어신호(302)를 발생한 후, 변환된 센서 데이터를 내부 레지스터에 저장(303)한다.

<49> 저장된 센서 데이터 중 경사계 데이터를 이용하여 수학식 2a, 2b와 같이 센서 모듈의 자세를 계산(304)한다. 이렇게 계산된 자세를 이용하여 수학식 3처럼 좌

표변환 행렬을 계산(305)한다.

- <50> 상기 계산된 자세와 내부 레지스터에 저장된 지자계 센서 데이터를 이용하여 수학식 4와 같이 가상의 Z축 지자계 데이터를 생성한다(506).
- <51> 3축 지자계 데이터(2축 지자계 센서 데이터 + 1축 계산된 가상의 2축 지자계데이터)는 계산된 좌표변환 행렬을 사용하여 수학식 5처럼 수평 좌표계에서의 지구자기장의 세기로 변환(307)된다. 이렇게 변환된 데이터를 이용하여 수학식 6처럼 방위각이 계산(308)된다.
- <52> 내부 타이머에 설정되어 있는 데이터 출력 주기에 의한 인터럽트가 발생되었는지 검색한다(309).
- 전색결과, 타이머 인터럽트가 발생되지 않았다면 이전단계인 센서 데이터를 디지털 값으로 변환하는 단계(302)로 복귀하여 동작을 반복 수행한다. 검색결과, 타이머 인터럽트가 발생되었다면(309) 직렬통신을 이용하여 상기와 같이 계산된 방 위각 정보와 센서 데이터를 외부 시스템으로 전송(310)하고 액정디스플레이 모듈에 출력한다(311). 이후, 다음 타이머 인터럽트가 발생 할 때까지 센서 데이터를 디지 털 값으로 변환하는 단계(302)로 복귀하여 차후 동작을 반복 수행한다.
- <54> 도 4는 도 3의 시스템을 구현하여 실험한 경우 자세 변화에 따라 경사계
  (202)를 이용하여 수학식 2a, 2b를 통해 계산된 자세이다.
- <55> 도 5는 수학식 4에 의하여 계산된 가상의 2축 지자계 데이터의 정확도를 검증하기 위해 3축 지자계 센서의 2축과 비교한 것으로, 점선으로 표시된 것은 3축



<56>

<57>

<59>

지자계 센서의 Z축을 나타낸 것이고, 굵은 실선으로 표시된 것은 수학식 4에 의하여 계산된 가상의 Z축 지자계 데이터이다. 자세 변화에 따라 달라지는 Z축의 지자계 데이터를 수학식 4를 통하여 정확하게 생성되는 것을 알 수 있다.

도 6은 도 4의 자세 변화가 있는 경우에 상기 생성된 가상의 Z축 지자계 데이터와 2축 지자계 센서의 출력, 및 상기 계산된 좌표변환 행렬을 이용하여 수학식 5와 수학식 6을 통해 계산된 방위각으로, 점선으로 표시된 것은 보상되지 않은 경우의 방위각을 나타낸 것으로 큰 방위각 변화가 생기는 것을 알 수 있고, 굵은 실선으로 표시된 것은 보상된 경우의 방위각을 나타낸 것으로 방위각 변화가 작은 오차 범위 내에서만 변하는 것을 알 수 있으므로 본 발명의 성능을 확인할 수 있다.

본 발명은 상기 실시예에 한정되지 않으며, 많은 변형이 본 발명의 기술적 사상 내, 예를 들어 항법장치 및 스포츠, 멀티미디어, 게임기, 가상현실 등의 시스 템에서 당 분야의 통상적 지식을 가진 자에 의하여 가능하다.

#### 【발명의 효과】

본 발명에 의한 지자계 센서의 자세 오차 보상에 의한 방위각 계산 장치에 따르면, 2축 지자계 센서와 2축 경사계를 사용하여 기존의 3축 지자계 센서와 경사계를 사용해야만 하는 지자계 센서 모듈의 기술적 한계를 극복하고 방위각 정보를 사용자에게 제공한다.

본 발명은 방위각 정보를 필요로 하는 경우에 편리하게 쓰일 수 있다. 예를 들어, PDA에 저장된 전자 지도를 사용하여 사용자의 진행 방향을 확인하고자 할



<60>

때, 사용자의 현재 정확한 방위각을 인지하여 지도를 회전시켜 PDA의 액정디스플레이 모듈에 출력함으로써 편하게 자신의 진행 방향을 결정하는데 도움이 된다.

또한, 게임기에서 게임기의 자세뿐 아니라 회전 방향에 대한 정보를 통하여 3D 게임 구현을 가능하게 하고 나아가 가상현실의 데이터 입력 장치로 편리하게 사용된다.

#### 【청구의 범위】

#### 【청구항 1】

방위각 정보를 필요로 하는 장치에 장착하고 움직이는 경우 방위각에 따른 지구 자기장의 세기를 측정하는 2축 지자계 센서(201);

자세(롤, 피치각)를 계산하는데 사용하는 경사계(202);

센서 데이터를 디지털 값으로 변환하는 아날로그/디지털 변환기(ADC)(203);

2축 지자계 센서(201)와 경사계(202) 출력을 이용하여 자세 오차를 보정하여 방위각 정보를 계산하는 마이크로프로세서(204);

상기 마이크로프로세서(204)에서 처리된 데이터를 전송하는 직렬통신 인터페이스(206); 및

상기 마이크로프로세서(206)에서 계산된 방위각 정보를 표시하는 액정디스플 레이 모듈(205)로 구성된 것을 특징으로 하는 방위각 계산장치.

#### 【청구항 2】

2축 경사계를 사용하는 경우, 경사계 출력을 이용하여 자세를 계산하고 2축 지자계 센서의 자세 오차를 보정하여 방위각 정보를 계산하는 것을 특징으로 하는 2축 지자계 센서 자세 오차 보정장치.

#### 【청구항 3】

마이크로프로세서(204)에 탑재된 내부 타이머를 이용하여 데이터 출력주기를 설정하는 제1단계;



A/D 변환기(203)를 이용하여 센서의 아날로그 값을 디지털 값으로 변환하는 제2단계;

변환된 센서 데이터를 마이크로프로세서(204) 내부 레지스터에 저장하는 제3 단계;

경사계 데이터를 이용하여 자세를 계산하고 좌표변환 행렬을 구하는 제4단계;

2축 지자계 센서를 사용하는 경우 가상의 Z축 지자계 데이터를 생성하는 제5 단계;

3축 지자계 데이터(2축 지자계 센서 데이터 + 1축 가상 센서 데이터)와 좌표 변환 행렬을 이용하여 수평 좌표계상의 지자계 데이터를 계산하는 제6단계;

상기 계산된 데이터를 이용하여 방위각을 계산하는 제7단계; 및

내부 타이머에 설정되어 있는 출력주기에 의한 타이머 인터럽트가 발생하면 센서 데이터와 계산된 방위각 데이터를 직렬 통신으로 외부 시스템에 전송하고 액 정디스플레이 모듈에 표시하는 제8단계로 이루어지는 것을 특징으로 하는 방위각 계산방법.

#### 【청구항 4】

제 3항에 있어서, 상기 가상의 Z축 지자계 데이터를 생성하는 알고리즘은,

지자계 센서의 측정축이 지구의 수직 아래 방향을 향할 때 측정되는 지구 자기장의 세기를 실험에 의하여 측정하는 제1단계;



경사계 출력을 이용하여 자세를 계산하는 제2단계;

2축 지자계 센서를 이용하여 센서 모듈의 X축(앞쪽 방향)과 Y축(오른쪽 방향)으로 감지되는 지구 자기장의 세기를 측정하는 제3단계; 및

상기 계산된 센서 모듈의 자세와 2축 지자계 센서 출력값을 이용하여 가상의 Z축 지자계 데이터를 생성하는 제4단계로 이루어진 것을 특징으로 하는 방위각 계 산방법.

#### 【청구항 5】

제 3항에 있어서, 상기 수평 좌표계상의 지자계 데이터를 계산하는 알고리즘 은,

경사계 출력을 이용하여 계산된 자세를 이용하여 좌표변환 행렬을 계산하는 제1단계; 및

상기 제 4항에 의해 생성된 Z축 지자계 데이터와 측정된 X축, Y축 지자계 데이터를 상기 계산된 좌표변환 행렬과의 곱에 의해 수평 좌표계상의 지자계 데이터를 계산하는 단계로 이루어진 것을 특징으로 하는 방위각 계산방법.

#### 【청구항 6】

제 2항에 있어서, 상기 2축 지자계 센서를 사용하여 방위각 정보를 계산하는 알고리즘은.

경사계를 이용하여 자세를 계산하고 좌표변환 행렬을 구하는 제1단계; 상기 제 4항에 의해 가상의 Z축 지자계 데이터를 생성하는 제2단계;

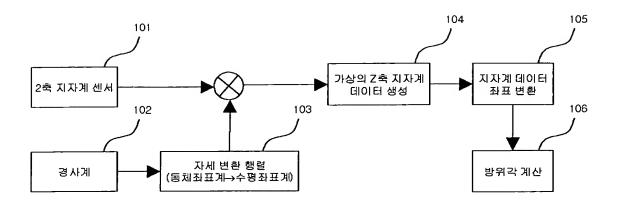


상기 제 5항에 의해 수평 좌표계상의 지자계 데이터를 생성하는 제3단계; 및 상기 계산된 수평 좌표계상의 지자계 데이터의 X축과 Y축 데이터를 이용하여 방위각을 계산하는 제4단계로 이루어진 것을 특징으로 하는 2축 지자계 센서를 사 용한 방위각 계산방법.

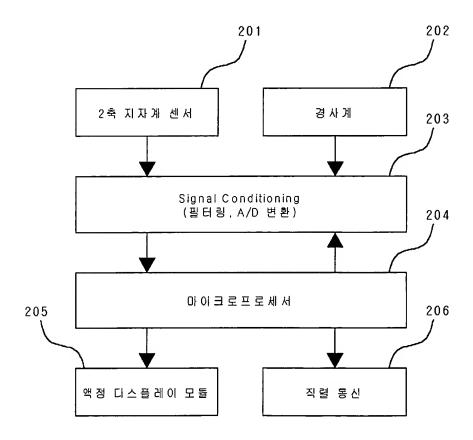


#### 【도면】

#### 【도 1】

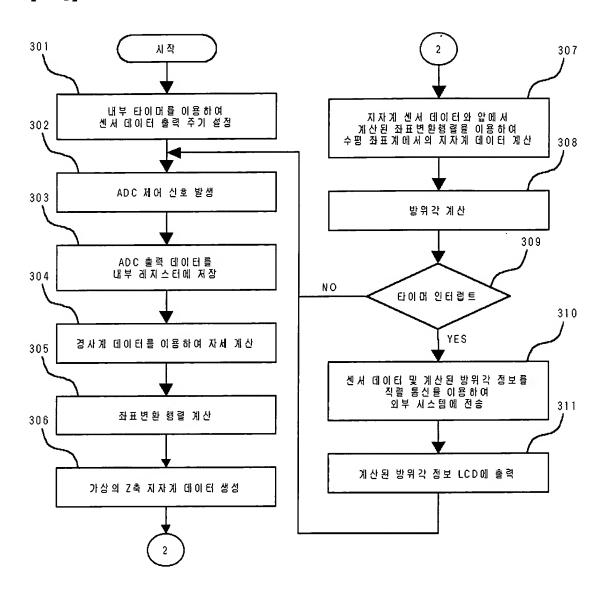


#### [도 2]



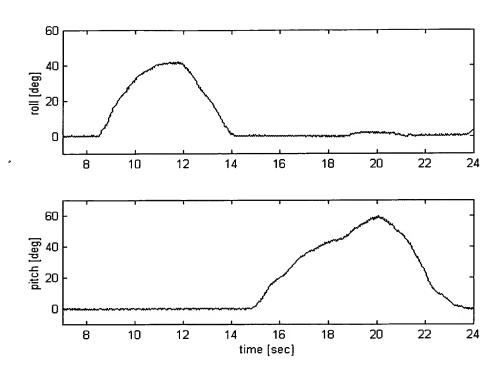


[도 3]



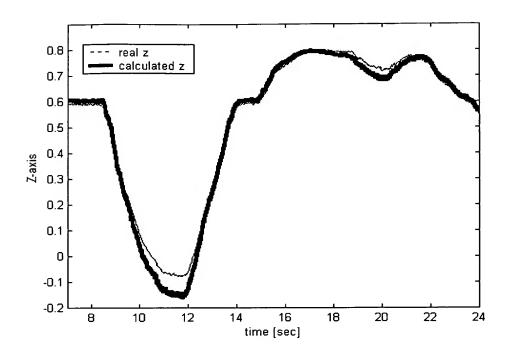


# [도 4]





# [도 5]



# [도 6]

